

## FUNKCIÓBLOKK LEÍRÁS

# Vezetéki termikus védelmi funkció

## ANSI 49L, IEC T>



DOKUMENTUM AZONOSÍTÓ: PP-13-22153  
VERZIÓ: 2.0  
2020-06-19, BUDAPEST

VÉDELMEK ÉS AUTOMATIKÁK  
A VILLAMOSENERGIAIPARNAK

## VERZIÓ INFORMÁCIÓ

VERZIÓ	DÁTUM	MÓDOSÍTÁS	SZERZŐ
1.0	2011-01-14	Első magyar kiadás	Póka
1.1	2016-08-12	Kisebbs javítások	Erdős
2.0	2020-06-19	Új külső: paraméter lista átalakítva, frissítve, eseménylista, további információk teszteléshez hozzáadva	Erdős

## TARTALOMJEGYZÉK

1	Alkalmazás .....	4
1.1	Működési elv.....	4
2	Termikus túlterhelésvéd. funkció áttekintés.....	7
2.1	Beállítások .....	7
2.1.1	Paraméterek .....	7
2.2	A funkcióblokk ki- és bemenetei.....	8
2.2.1	Analóg bemenetek.....	8
2.2.2	Analóg kimenetek (mérések).....	8
2.2.3	Bináris bemeneti státuszjelek (graphed output status) .....	8
2.2.4	Bináris kimeneti státuszjelek (graphed input status) .....	8
2.2.5	Online adatok .....	8
2.2.6	Események .....	9
2.3	Műszaki adatok.....	10
2.4	Megjegyzések a funkció teszteléséhez .....	10

## 1 Alkalmazás

Egy távvezetékre termikus védelem alkalmazása jobb megoldás, mint a túláramra alapozott egyszerű túlterhelésvédelem, mert a termikus védelem „emlékezik” a vezeték megelőző terhelési állapotára, és beállítása nem igényel olyan nagy biztonsági sávot, mint amit a vezeték megengedett árama és a megengedett tartós termikus árama között kell biztosítani. A terhelési állapotok és a környezeti hőmérséklet széles tartományában megengedi a vezeték termikus és következésképpen az áram átviteli kapacitásának jobb kihasználását.

### 1.1 Működési elv

A vezetéki termikus védelmi funkció alapvetően a három mintavételezett fázisáramot méri. Kiszámolja az effektív értékeket, és a hőmérséklet számítását a fázisáramok effektív értékére alapozza.

A hőmérsékletszámítás a termikus differenciálegyenlet lépésről lépésre módszerrel való megoldására alapul. Ez a módszer a „túlmelegedést” szolgáltatja, azaz hogy mennyivel emelkedik a hőmérséklet a környezeti hőmérséklet fölé. Eszerint a védett elem hőmérséklete a számított „túlmelegedés” és a környezeti hőmérséklet összege.

Ha a számított hőmérséklet (számított „túlmelegedés” + környezeti hőmérséklet) felette van a beállított küszöbértéknek, előjelző, kioldó vagy bekapcsolás-reteszelő státuszjel keletkezik.

A megfelelő beállítás érdekében a következő értékeket kell megmérni, és mint paramétereket beállítani: állandó áramérték, ez a mérés alatt alkalmazott érték; a névleges hőmérséklet, ez a névleges terhelőáram hatására létrejövő állandó hőmérsékletérték; az alaphőmérséklet, ez a mérés alatti környezeti hőmérséklet; és végül az időállandó, ez a hőmérsékletváltozás exponenciális függvényének mért melegedési/hűlési időállandója.

Az algoritmus lehetővé teszi, hogy a védelem bekapcsolásakor az induló hőmérsékleti érték mint a hőmérsékletszámítás kezdő értéke megadható legyen. A „Induló hőmérséklet” paraméter a környezeti hőmérséklet feletti kezdeti hőmérséklet a környezeti hőmérséklet feletti névleges hőmérsékletre viszonyítva.

A környezeti hőmérséklet mérése lehetséges például egy hőmérsékleti szonda segítségével, amely a hőmérséklettel arányos analóg villamos jelet állít elő. Ilyen mérés hiányában a környezeti hőmérséklet beállítható a „Környezeti hőmérséklet” paraméterrel. Logikai paraméterrel lehet választani a közvetlen mérés vagy a paraméter érték között.

A fémes elemek (védett vezeték) problémája, hogy a napsütés terhelő áram nélkül is okoz környezeti hőmérséklet feletti túlmelegedést, illetve hogy az elemek főleg a szél miatt hűlnek, és hogy a hőátadási tényező is nagy mértékben függ a szél hatásától. Mivel a távvezeték nyomvonala egyes szakaszai különböző geográfikus környezetben helyezkednek el, a nap és a szél hatása részleteiben nem becsülhető. A legjobb megközelítés a terhelés nélküli, de a védett vezetékkel azonos környezeti feltételeknek kitett távvezeték egy darabjának hőmérsékletét mérni.

A megoldandó termikus differenciálegyenlet a következő:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{T} \left( \frac{I^2(t)R}{hA} - \theta \right)$$

A melegedési időállandó:

$$T = \frac{cm}{hA}$$

A differenciálegyenletben:

$I(t)$ (eff)	melegítő áram, az effektív érték rendszerint időben változó;
$R$	a vezeték ellenállása;
$c$	a vezeték fajlagos hőkapacitása;
$m$	a vezeték tömege;
$\theta$	hőmérsékletemelkedés a környezeti hőmérséklet fölött;
$h$	a vezeték felületének hőleadási tényezője;
$A$	a vezeték felülete;
$t$	idő.

A termikus differenciálegyenlet megoldása a hőmérséklet értéke az idő függvényében állandó áram esetén (az egyenlet matematikai levezetése külön dokumentumban található):

$$\Theta(t) = \frac{I^2 R}{hA} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \Theta_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

ahol

$\Theta_0$  induló hőmérséklet.

Az előzőekből a mért hőmérséklet:

$$\text{Hőmérséklet}(t) = \Theta(t) + \text{Környezeti hőmérséklet}$$

ahol

Környezeti hőmérséklet a környezeti hőmérséklet értéke.

Külön dokumentum igazolja, hogy a fent említettek helyett néhány könnyebben mérhető paramétert lehet bevezetni. Így az egyenlet a következő lesz:

$$H(t) = \frac{\Theta(t)}{\Theta_n} = \frac{I^2}{I_n^2} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \frac{\Theta_0}{\Theta_n} e^{-\frac{t}{T}}$$

ahol

$H(t)$  a melegedő elem „termikus szint”-je, az elem hőmérséklete a  $\Theta_n$  referencia (névleges) hőmérsékletre vonatkoztatva. (Ez dimenzió nélküli mennyiség, azonban kifejezhető százalékos értékben is.)

$\Theta_n$  a referencia (névleges) hőmérséklet a környezeti hőmérséklet felett, amelyet állandó  $I_n$  referencia áram mellett állandósult állapotban lehet mérni.

$I_n$  a referencia áram (a melegedő elem névleges árama is lehet). Ha ez állandó értékű, akkor állandósult állapotban a referencia (névleges) hőmérséklet mérhető.

$$\frac{\theta_0}{\theta_n}$$

az induló hőmérséklet paramétere a referencia hőmérsékletre vonatkoztatva.

Az *Effektívérték-számoló modul* kiszámolja egyenként a fázisáramok effektív értékeit. A számítás mintavételi frekvenciája 1 kHz, ezért az effektív érték a frekvencia-összetevőket 500 Hz alatt elméletileg helyesen tartalmazza. Ez a modul nem a termikus védelmi funkció része, hanem az előkészítő részhez tartozik.

A *Max-kiválasztó modul* a három fázisáram effektív értékei közül a legnagyobbat választja ki.

A *Hőmás modul* egyszerű lépésről-lépésre módszerrel megoldja az elsőfokú termikus differenciálegyenletet, és a kiszámított hőmérsékletet összehasonlítja a paraméterekkel beállított értékekkel. A külső hőmérséklettel arányos hőmérsékleti érzékelő értéke bemeneti érték lehet (a jel figyelembe vétele paraméterrel választható).

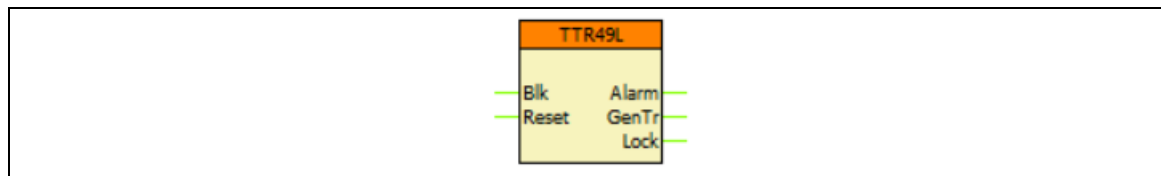
A funkció részletes leírásának 1.1.3 fejezetében egy általános egyenlet található, amely segítségével a termikus védelem működése állandó árammal ellenőrizhető.

A funkció paraméterrel kikapcsolható, vagy kioldó impulzust ad, ha a hőmérséklet túllépi a paraméterrel megadott kioldási értéket, vagy folyamatos kioldó jelet ad, ha a hőmérséklet túllépi a paraméterrel megadott kioldási értéket, de ez a jel csak akkor esik vissza, ha a hőmérséklet a „Reteszfeloldó hőmérs.” alá csökken.

A vezetéki termikus védelmi funkciónak két bináris bemeneti jele van. A bemenetek feltételeit a felhasználó adja meg a grafikus egyenletszerkesztő segítségével. Egyik jel bénítja a termikus védelmet, míg a másik jel törli a számított hőmérsékletet, és visszaállítja paraméterrel megadott értékre sorozatos melegedési vizsgálatok elvégzése céljából.

## 2 Termikus túlterhelésvéd. funkció áttekintés

A funkcióblokk a grafikus (logikai) egyenletszerkesztőben az alábbi ábrán látható módon néz ki. A blokkon minden itt programozható be- és kimenet látszik (rendre a bal és jobb oldalon).



2-1. ábra – A funkcióblokk képe a logikai egyenletszerkesztőben

### 2.1 Beállítások

#### 2.1.1 Paraméterek

Az elérhető paramétereket az alábbi táblázatban soroljuk fel abban a sorrendben, ahogy a *paraméterek* menüben látszanak. Amennyiben valamely paraméter beállítási tartományát bővíteni szükséges, kérjük vegye fel a kapcsolatot a Protecta Kft. terméktámogatásával.

2-1. táblázat – A funkcióblokk paraméterei

ELNEVEZÉS	EGYSÉG	BEÁLL. TARTOMÁNY	LÉPTÉK	ALAP-ÉRTELMEZÉS	MAGYARÁZAT
Üzem mód	-	Kikapcsolva, Impulzus, Tartós	-	Kikapcsolva	<b>Kikapcsolva:</b> a funkció kikapcsolt állapotban van, kimenő jelet nem ad <b>Impulzus:</b> a funkció kioldó impulzust ad ki, ha a számított hőmérséklet meghaladja a kioldó hőmérsékletet <b>Tartós:</b> a funkció kioldó jelet ad ki, ha a számított hőmérséklet meghaladja a kioldó hőmérsékletet, de a kioldó jel csak akkor szűnik meg, ha a hőmérséklet a „Reteszfeloldó hőmérs.” alá csökken
Hőfok érzékelő	-	HAMIS, IGAZ	-	HAMIS	Paraméter a környezeti hőmérsékletet érzékelő szonda alkalmazására. Ha HAMIS, a „Környezeti hőmérséklet” paraméter határozza meg a termikus modellben használandó környezeti hőmérsékletet
Előjelzési hőmérséklet	fok	60 – 200	1	80	Előjelzés az hőmérsékleten
Kioldási hőmérséklet	fok	60 – 200	1	100	Előjelzés a mért hőmérsékleten
Névleges hőmérséklet	fok	60 – 200	1	100	Hőmérséklet állandósult állapotban, névleges terhelőáram mellett
Alap hőmérséklet	fok	0 – 40	1	25	A környezet hőmérséklete névleges értékek mérésekor
Reteszfeloldó hőmérs.	fok	20 – 200	1	60	„Tartós” üzemmódban a kioldás csak ez alatti hőmérséklet alatt ejt el
Környezeti hőmérséklet	fok	0 – 40	1	25	A környezeti hőmérséklet, amennyiben az azt érzékelő szonda nem áll rendelkezésre
Indulási hőmérséklet	%	0 – 60	1	0	A számolt hőmérséklet kezdőértéke a környezeti hőmérséklethez képest
Névleges terhelőáram	%	20 – 150	1	100	A védett objektum névleges terhelőárama
Időállandó	min	1 – 999	1	10	Melegedési/hűlési időállandó

## 2.2 A funkcióblokk ki- és bemenetei

Ez a fejezet röviden leírja a funkcióblokk analóg és digitális (bináris) ki- és bemeneteit.

### 2.2.1 Analóg bemenetek

A funkció analóg bemenetei:

- a fázisáramok Fourier összetevői
- hőmérséklet érzékelő mérései (amennyiben létezik)

### 2.2.2 Analóg kimenetek (mérések)

A funkció egy méréssel rendelkezik:

2-2. táblázat – A funkcióblokk mérései

MÉRÉS	ELNEVEZÉS	MAGYARÁZAT
TTR49L_Temp_OLM_	Számított hőmérséklet	Az aktuálisan mért hőmérséklet

### 2.2.3 Bináris bemeneti státuszjelek (graphed output status)

A bemeneti státuszjeleket vezérlő logikát a felhasználó határozza meg a grafikus egyenletszerkesztőben (*Logic Editor*). A **félkövérrel** kiemelt feliratok a funkcióblokk bal oldalán is láthatók a logikai egyenletszerkesztőben.

2-3. táblázat – A funkcióblokk bináris bemeneti státuszjelei

BINÁRIS BEMENETI STÁTUSZJEL	MAGYARÁZAT
TTR49L_Blk_GrO_	Bemenet a funkció külső bénítására
TTR49L_Reset_GrO_	Bemenet a számított hőmérséklet értékének törlésére, és a hőmérsékletet visszaállítására a paraméterrel megadott értékre (sorozatos melegedési vizsgálatok elvégzése céljából)

### 2.2.4 Bináris kimeneti státuszjelek (graphed input status)

Ezeket a jeleket az EuroCAP-ben a grafikus egyenletszerkesztőn (*Logic Editor*) túl lehet még többértékesen fölhasználni, úgymint LED-hez hozzárendelni, felhasználói LCD képernyőn feltételként használni stb. A **félkövérrel** kiemelt feliratok a funkcióblokk bal oldalán is láthatók a logikai egyenletszerkesztőben.

2-4. táblázat – A funkcióblokk bináris kimeneti státuszjelei

BINÁRIS KIMENETI STÁTUSZJEL	ELNEVEZÉS	MAGYARÁZAT
TTR49L_Alm_Grl_	Előjelzés	A funkció előjelzése
TTR49L_GenTr_Grl_	Kioldás	A funkció kioldó parancsot adott
TTR49L_Lock_Grl_	Újra indítás tiltva	A funkció által kiadott jel, amely a vezeték visszakapcsolását reteszeli

### 2.2.5 Online adatok

Az alább felsoroltak láthatók az *online adatok* oldalon.

2-5. táblázat – A funkcióblokk online adatai

ELNEVEZÉS	EGYSÉG	MAGYARÁZAT
Számított hőmérséklet	o (fok)	A számított hőmérséklet
Előjelzés	-	A funkció előjelzése
Kioldás	-	A funkció kioldó parancsot adott
Újra indítás tiltva	-	A funkció által kiadott jel, amely a vezeték visszakapcsolását reteszeli



## 2.2.6 Események

A funkcióblokk az alább felsorolt eseményeket képes generálni az eseményrögzítőben, illetve ezeket képes küldeni az irányítástechnika felé.

2-6. táblázat – A funkcióblokk eseményei

ESEMÉNY FELIRAT	ÉRTÉK	MAGYARÁZAT
Előjelzés	ki, be	A funkció előjelzése aktív
Kioldás	ki, be	A funkció kioldó parancsot adott

## 2.3 Műszaki adatok

2-7. táblázat – A funkcióblokk műszaki adatai

FUNKCIÓ	ÉRTÉK	PONTOSSÁG
Működési idő ( $I > 1,2 \times I_{kiold-nál}$ )		<3 % vagy $\leq \pm 20$ ms

## 2.4 Megjegyzések a funkció teszteléséhez

Alapesetben az EuroProt+ kioldó (trip) kontaktusai a Kioldó logikához (TRC94) vannak rendelve és nem közvetlenül a funkcióblokkokhoz. Általában a funkcióblokkok kioldójelei a Kioldó logika bemenetén adnak kérést a kioldásra, így elengedhetetlen, hogy a Kioldó logika funkció *Üzem mód* paramétere a *Kikapcsolva*-tól különböző legyen, ha kioldást szeretnénk elérni a tesztelés folyamán.